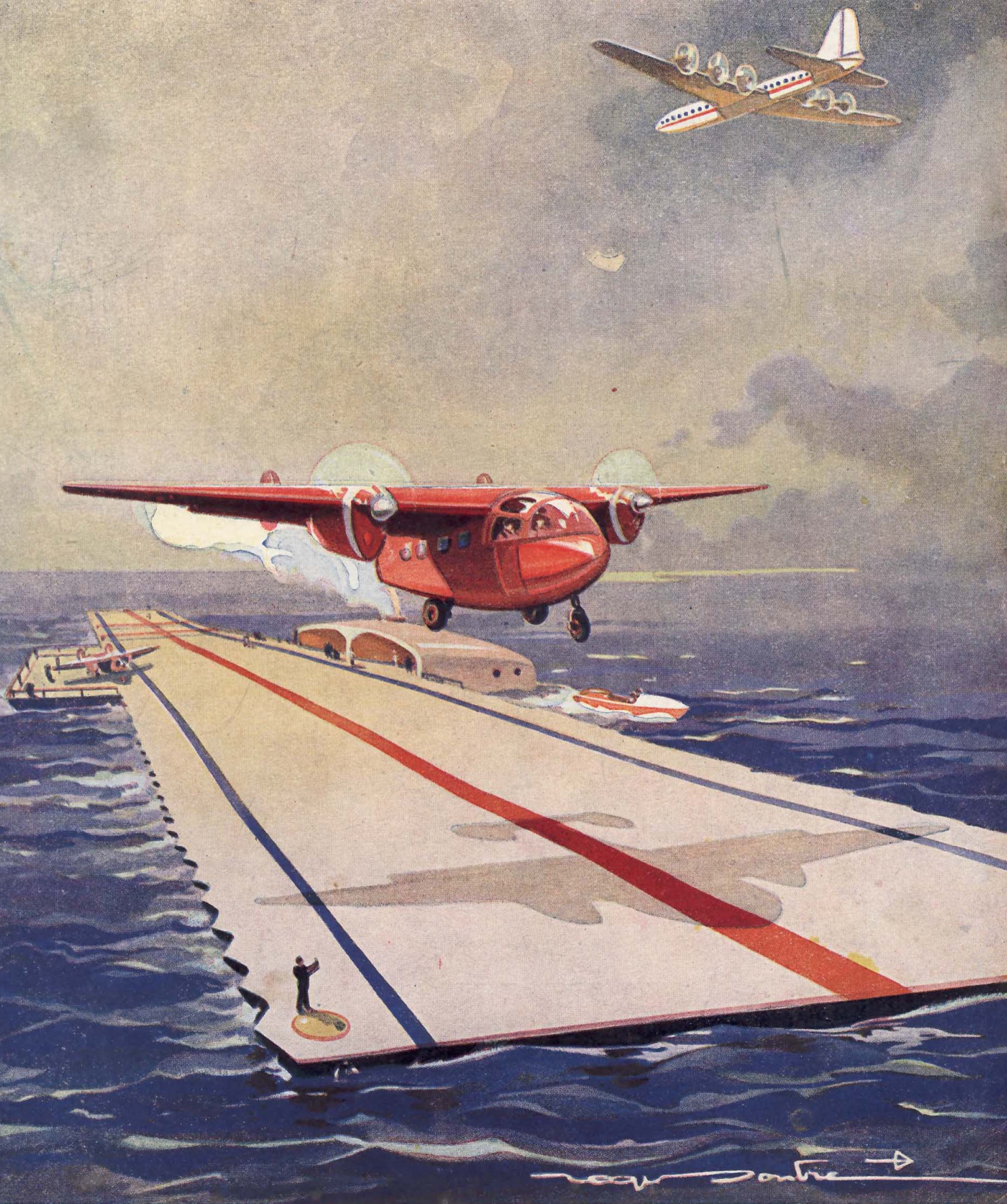


SCIENCE ET VIE

DÉCEMBRE 1945

N° 339

20 FRANCS



ARMES NOUVELLES ET BOMBARDEMENT INTERCONTINENTAL

par Camille ROUGERON

Peu de guerres ont laissé autant que la dernière le sentiment général que la prochaine serait d'une tout autre nature et que les opérations auxquelles nous sommes accoutumés seront entièrement bouleversées par les armes apparues au cours des dernières années. Le bombardement d'un continent à l'autre est une éventualité fréquemment admise. S'il est possible, c'est que les armes telles que les V-1 et les V-2 sont encore susceptibles de très gros progrès. Quelques-uns de ces progrès sont examinés ci-dessous : simplification de la V-2, addition d'une voilure très peu développée, emploi d'explosifs plus puissants. Mais il semble bien que, malgré ces progrès, le concours de la marine et de l'aviation restera indispensable à des bombardements aussi lointains, du moins tant que l'énergie atomique ne sera pas d'usage général comme explosif et moyen de propulsion pour les engins de guerre.

Les armes nouvelles

Au lendemain de la guerre de 1914-1918, il était bien peu de spécialistes, et même de ces esprits novateurs qui ne se recrutent généralement pas parmi eux, pour croire que les matériels et les tactiques qui venaient de triompher ne méritaient aucune confiance et qu'ils étaient destinés à être détrônés aussi rapidement que les précédents. Les armées, les marines, les aviations se mettaient avec ensemble à « préparer la dernière guerre ». On allégeait un fusil-mitrailleur ou l'on augmentait la précision d'un mortier d'accompagnement, on échangeait quelques arguments académiques sur le détail des caractéristiques d'un « super-dreadnought postjutlandien », on achevait les derniers avions en cours d'étude, et l'on ne doutait point que les combattants de la prochaine guerre ne reprissent ces questions au point où ceux de novembre 1918 les avaient laissées. Les anticipations du général Fuller sur la guerre mécanique, les affirmations de Fisher sur les flottes que l'avion condamnait à la ferraille, les thèses de Douhet sur le rôle du bombardement aérien commençaient à alimenter les revues militaires et la presse de grande information. Mais elles ne recueillaient certainement qu'un nombre infime d'adhésions parmi les intéressés. Il fallut plus de dix ans pour qu'apparût le premier avion avec moteur à compresseur, près de vingt pour que naquissent les divisions blindées, et aucune marine n'avait encore accepté en 1939 la condamnation portée contre un matériel qu'elle continuait à copier sur celui de 1918.

Au lendemain de cette guerre, l'état d'esprit des spécialistes rejoint au contraire celui du grand public et des novateurs les plus audacieux. Nul ne croit que les futures opérations reproduisent sans grands changements celles qui se déroulèrent pendant le premier semestre de 1945. Tous sont convaincus que les matériels, les tactiques, les stratégies particulières et générales vont subir un bouleversement dont nous venons d'observer seulement les prémices. Les débuts de la bombe au plutonium suffiraient à triom-

pher des tendances les plus conservatrices.

Mais l'utilisation de l'énergie atomique n'est que la dernière d'une série de nouveautés à peine moins récentes, qui sont au fond l'aboutissement normal d'une application systématique de l'ensemble des techniques à l'art militaire. Ce progrès ne date que des toutes dernières années.

Assurément, les militaires et leurs constructeurs de matériel ont fréquemment fait appel aux nouveautés techniques pour améliorer leurs productions. En tous pays, on s'efforçait d'accueillir les inventions et de les susciter. La chimie de guerre en 1914-1918, le repérage des sous-marins par ultrasons, la détection électromagnétique des avions sont des exemples de cette application au domaine militaire de découvertes récentes. Mais ce n'est, semble-t-il, qu'après l'échec de ses campagnes d'Afrique et de Russie que l'Allemagne, désespérant de venir à bout des Alliés par le progrès régulier des armes habituelles, a fait une tentative grandiose de création d'armes nouvelles. Elle a été utilisée aussitôt sur le plan de la propagande, pour soutenir un moral défaillant par l'espoir des « armes secrètes » qui devaient retourner une situation militaire compromise.

Dans les premières années de la guerre, l'Allemagne ne s'était pas spécialement distinguée par ses nouveautés techniques ; il n'est guère que le domaine de la mine sous-marine où elle soit intervenue avec succès. On doit porter la même appréciation sur la technique américaine, malgré sa qualité incontestée et son triomphe récent avec la bombe atomique. Les nouveautés les plus intéressantes venaient alors de la technique britannique (radar, bombes incendiaires de toute sorte, dragage magnétique et acoustique...).

Au contraire, pendant les dernières années de guerre, il faut bien reconnaître la qualité et le nombre des armes nouvelles mises en service en Allemagne. Bombes-fusées et bombes planantes dirigées, projectiles de perforation de types variés, artillerie sans recul, avions-fusées, avions à réaction, torpilles électriques sans sillage, V-1, V-2 ne sont que quelques-unes des réalisa-

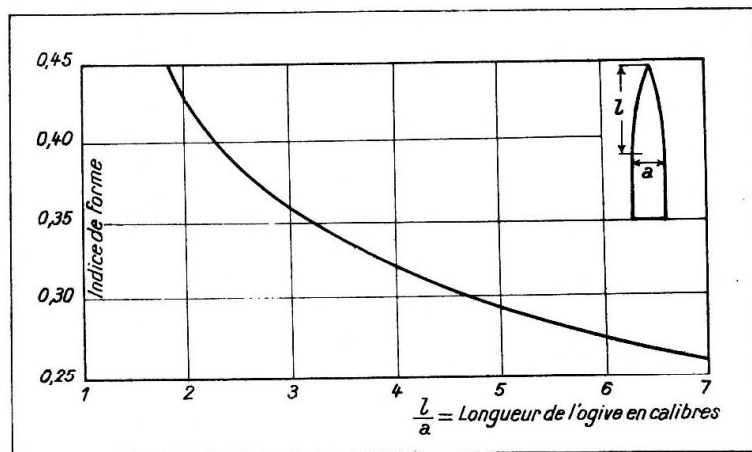


FIG. 1. — VALEUR DE L'INDICE DE FORME DES PROJECTILES

Aux vitesses supersoniques, la résistance aérodynamique dépend essentiellement de l'affinement des formes avant, et, à un degré moindre, des formes arrière. La courbe ci-dessus donne en fonction de la longueur d'ogive en calibres la valeur de ce qu'on appelle « l'indice de forme », qui chiffre le rôle des formes dans la résistance. Cet indice ne descend guère au-dessous de 0,25 pour des projectiles d'excellent tracé, sans empennage ni aspérités, pour des longueurs d'ogive de 7 calibres très rarement atteintes pour des raisons de stabilité dans le tir en canon rayé. Le rôle essentiel de la longueur d'ogive explique l'extrême allongement des V-2, qui diminue à la fois le maître-couple du projectile à poids donné et, par l'indice de forme, sa résistance à maître-couple donné. A partir de la valeur de l'indice de forme donnée par la courbe, la figure 2 permet de calculer les portées sous 45°, en fonction des autres caractéristiques du projectile.

tions de première classe qui auraient pu faire pencher la balance en faveur du pays qui les inaugurerait, ou les portait à ce degré d'avancement, s'il n'y avait pas eu une telle disproportion entre les deux adversaires sur le plan des ressources naturelles, de la population, de la situation géographique. Mais, si la conclusion de la guerre ne pouvait pas être différente, de combien n'aurait-elle pas été retardée si les V-2 étaient nées deux ans plus tôt, ou si l'Allemagne avait sorti la bombe atomique avant les Alliés ?

L'examen des très nombreux centres d'études disséminés dans toute l'Allemagne a montré que l'énumération précédente, qui se rapporte aux engins mis en service, ne représentait qu'une fraction de ceux sur lesquels on travaillait fiévreusement aux derniers jours de la guerre. Quelques-uns allaient sortir, dont les commandements américain et britannique ont signalé alors la découverte. Elle a précisé les renseignements que l'on possédait déjà sur ce rayon de l'activité militaire allemande et incité les Alliés à pousser leurs recherches parallèles. C'est à ce domaine nouveau que se rapportent les prophéties du général Marshall dans son rapport du 10 octobre 1945 : « La bombe atomique n'est pas la seule des grandes découvertes qui rendent si terrifiante la perspective d'une guerre future. Les progrès réalisés dans

les domaines de l'aviation, des fusées et de l'électronique sont presque incroyables... Les conceptions de l'imagination la plus déréglée ne nous mèneraient pas loin de la réalité si nous voulions devenir l'avenir. »

Le bombardement à très grande portée

A plusieurs reprises, pendant le bombardement de l'Angleterre par les V-1 et les V-2, la propagande allemande avait menacé les États-Unis d'armes du même type, mais à portée accrue. Le côté sérieux de cette éventualité a été reconnu par de nombreuses personnalités américaines officielles, et figure même dans les motifs donnés en faveur du projet de loi sur la préparation militaire obligatoire présenté par le président Truman. Y a-t-il dans cette perspective autre chose qu'un argument à l'usage de militaires qui veulent conserver toute son importance à la mission de défense qui leur est confiée, et l'ère du bombardement intercontinental est-elle vraiment ouverte ?

Contre les objectifs situés en Angleterre, puis en Belgique (Anvers), et quelle que soit l'incertitude sur l'emplacement des postes de lancement, il ne semble pas que les V-1 et les V-2 aient été tirés à plus de 350 kilomètres. Le tir d'Europe en Amérique suppose des progrès considérables.

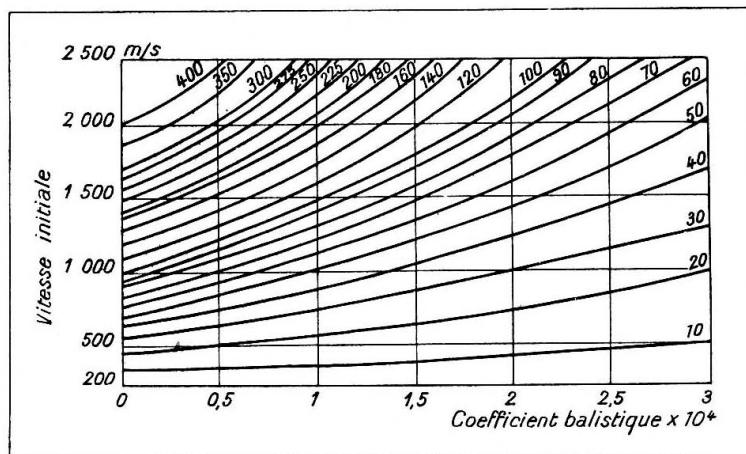


FIG. 2. — PORTÉE DES PROJECTILES À 45°

La portée d'un projectile dépend non seulement de la vitesse initiale et de l'angle de tir, mais encore de sa forme, de son calibre et de son poids. Il se trouve que l'effet de ces trois derniers facteurs se résume en celui d'un « coefficient balistique » produit : d'un « indice de forme » qu'on peut apprécier approximativement d'après la figure 1 et qu'il est prudent de ne pas escompter inférieur à 0,22 ; du carré du calibre, en mètres ; de l'inverse du poids, en kilogrammes, et d'un facteur 1,203 qui représente la densité conventionnelle de l'air au sol en kilogrammes par mètre cube. C'est ainsi qu'un projectile de 210 mm, pesant 140 kg et d'indice de forme 0,30 aurait un coefficient balistique égal à $0,3 \times 0,21^2 \times 140 \times 1,203 = 0,000 114$. Le réseau de courbes ci-dessus montre que sa portée, sous 45° et à 1 600 m/s, serait de 108 km. Ce sont approximativement les caractéristiques des projectiles reçus sur Paris en 1918 ; la portée était plus élevée grâce au relèvement de l'angle de tir dont la valeur optimum est donnée par la figure 10.

S'ils sont réalisables dans un court délai, c'est donc que les solutions admises par les techniciens allemands n'étaient pas très heureuses.

Il paraîtra peut-être osé de critiquer des armes qui ont indéniablement remporté un certain succès, et que les techniciens allemands ont au moins le mérite d'avoir réalisées les premiers. Mais il est rare qu'en des questions de cette importance la meilleure solution apparaisse toujours dès le début. Quelques années après les premiers vols des frères Wright, nul ne songeait plus au pylône de lancement ou au gauchissement.

On trouvera un excellent exemple de ces erreurs initiales dans cette même question du bombardement à longue portée, lorsque l'armée allemande avait cru trouver sa solution dans le canon. Le tir sur Paris, en 1918, à 120 km de distance, alors que les grosses pièces sur voie ferrée n'avaient pas encore dépassé les 40 km, fut en son temps une innovation aussi importante que le bombardement de l'Angleterre en 1944. Puis on s'aperçut que les projectiles n'étaient guère efficaces et que les pièces s'usaient très vite. Tout bien pesé, le résultat ne payait pas, et les techniciens allemands durent bien le reconnaître, puisqu'ils ne reprirent pas, en 1940, le bombardement de l'Angleterre sur ces principes.

Les « Berthas », construites à partir de tubes de 380 mm chemisés en 210 mm, tiraient à très forte pression et très grande vitesse un projectile de calibre faible eu égard à leur puissance. Pour résister à cette pression, les parois du projectile devaient être très épaisses et ne laissaient pas assez de place à l'explosif ; l'efficacité s'en ressentait. Quant au tube, la pression qu'il avait à supporter lui convenait encore moins ; il était usé après quelques dizaines de coups. Le tir des Berthas était un luxe plus onéreux pour le tireur que pour son adversaire.

Les techniciens de 1918 étaient passés à côté de la solution. Le tir économique à grande portée réclamait non pas le moyen calibre et la très forte vitesse initiale, mais le très gros calibre qui s'accommode d'une vitesse initiale moindre et permet donc les teneurs en explosif élevées et les usures acceptables. L'artillerie allemande a fini par s'en apercevoir, et, après avoir utilisé contre les forts de Sébastopol les obusiers « où deux hommes tenaient à l'aise », Goebbels avait annoncé leur envoi sur les côtes ouest où ils devaient apporter leur appui à la muraille de l'Atlantique et pulvériser les flottes alliées au milieu de la Manche. La mission qu'on prétendait leur confier présentait d'autres difficultés que celle d'un simple tir à grande portée contre objectif non manœuvrant de position connue ; la télémétrie derrière fumigènes, l'observation sans maîtrise de l'air, la parade aux manœuvres de déroboement des navires, la protection des batteries contre les attaques aériennes posaient autant de problèmes insolubles pour la « Wehrmacht » de 1944. Aussi les obusiers géants furent-ils remisés. Mais c'était bien dans cette voie qu'il eût fallu s'engager si l'on avait voulu détruire Londres par l'artillerie, par exemple avec des obus d'une dizaine de tonnes tirés d'un tube géant enterré.

Que peut-on reprocher aux V-1 et aux V-2 ? Tout simplement leur échec final, dont il n'est pas très difficile d'analyser les causes.

Les V-1

Les V-1 sont des engins relativement économiques, qu'on pouvait espérer fabriquer en quan-

tité suffisante pour la destruction d'une grande ville. Mais leur propulseur avait un rendement très faible, qui interdisait les grandes portées et même les grandes vitesses. Son principe l'obligeait à naviguer à basse ou moyenne altitude ; l'engin s'y trouvait exposé aux ballons, à la D. C. A., à l'aviation de chasse. Enfin son tracé, volontairement simplifié pour des raisons de fabrication économique, lui valait une résistance aérodynamique élevée ; les avions de chasse qui les survolaient rattrapaient assez aisément les V-1 en vol horizontal ou en piqué léger. Vers la

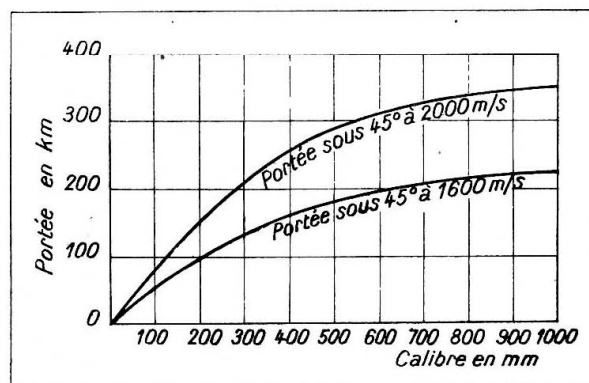


FIG. 3. — CROISSANCE DE LA PORTÉE AVEC LE CALIBRE

Aux très grandes vitesses initiales nécessaires pour le tir entre 100 et 400 km, l'intérêt du gros calibre s'affirme. Les courbes ci-dessus, déduites des données des figures 1 et 2, donnent, pour des projectiles semblables à celui des Berthas de 1918, la portée en fonction du calibre. Elles montrent que le calibre de 210 mm était très insuffisant pour tirer un bon rendement des vitesses de 1 600 m/s. Au contraire, le poids d'une dizaine de tonnes qui est celui de la V-2 convient beaucoup mieux. En raison de la très grosse différence de constitution, les courbes ci-dessus, se rapportant aux projectiles ordinaires, donnent des valeurs un peu trop élevées pour les fusées genre V-2. Leur grand allongement et leur excellent indice de forme ne suffisent pas en effet à compenser leur faible densité.

fin de leur emploi, au moment où les troupes alliées occupèrent leurs bases de départ, 95 % environ des engins lancés étaient détruits avant d'arriver sur l'objectif. La construction économique, lorsqu'elle arrive à ce résultat, n'est pas une conception recommandable.

Le principal reproche à faire aux V-1 est leur vitesse insuffisante. Il est difficilement concevable que l'on ait pu accepter des engins n'atteignant pas la vitesse des avions de chasse les plus rapides, exposés dès lors à une destruction certaine après organisation d'un service de détection et rassemblement d'un nombre élevé de chasseurs. Reprenant en 1936 l'idée de la bombe planante, qui remonte à la guerre de 1914-1918, nous proposons une charge de 500 à 1 000 kg au mètre carré qui lui eût donné, lâchée d'un avion, une vitesse double des 400 km/h des chasseurs contemporains. Cette vitesse n'avait rien d'exagéré pour la sécurité de l'engin exposé au tir de la chasse et de la D. C. A. Ce sera d'ailleurs une des grosses difficultés de la bombe planante de demain que d'avoir à naviguer au milieu de chasseurs-fusées à 2 000 ou 3 000 km/h.

Les V-2

L'insuffisance de vitesse n'est certainement pas la cause de l'échec final des V-2, pas plus que

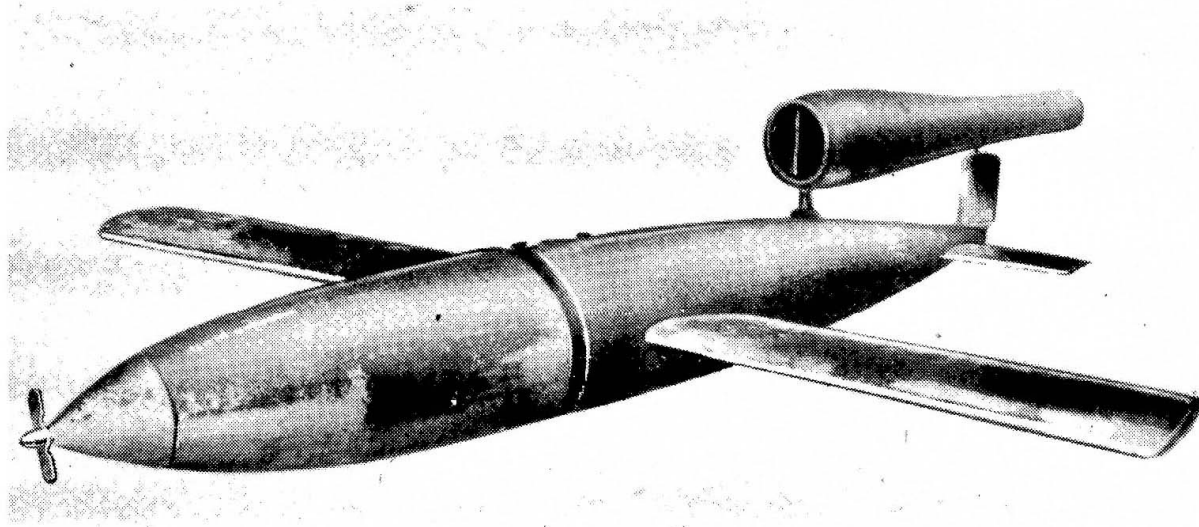


FIG. 4. — VUE D'ENSEMBLE DE LA V-1

la navigation aux basses altitudes. Elles ne risquaient pas la poursuite à 1 800 m/s, au-delà de la stratosphère. Encore ne faut-il pas éliminer cette parade pour les engins de demain ; l'avion-fusée n'a pas dit son dernier mot.

Le reproche principal qu'on doit leur faire est l'inverse de celui qu'on peut adresser aux V-1, et le rejoint d'ailleurs. Il y a deux méthodes de gaspillage : accepter un article trop bon marché, en exiger un inutilement coûteux. La dernière est celle qu'ont choisie les auteurs de la V-2.

On admettra difficilement qu'il faille treize tonnes d'une mécanique de luxe, combustible et comburant compris, pour transporter à 300 km une tonne d'explosif. C'est pourquoi les usines souterraines avec des dizaines de milliers de forçats n'arrivaient pas à alimenter les plates-formes de lancement. Entre la quincaillerie d'un propulseur de V-1, et les turbines et pompes d'une V-2, il y a un juste milieu. La V-2 est la production de spécialistes en mécanique auxquels on a posé un problème certainement difficile, et qui ont fait appel à toutes les ressources de leur technique sans trop s'inquiéter du prix. Si l'on s'était adressé à des pyrotechniciens, on aurait obtenu un engin alimenté avec un produit peut-être plus coûteux que le mélange d'oxygène liquide et d'alcool, mais de construction beaucoup plus économique.

L'histoire de la torpille marine montre les erreurs que l'on peut commettre dans une question tout à fait voisine de celle-ci, et qui se prolongent pendant des dizaines d'années une fois que le type d'arme est définitivement remis aux mains des spécialistes de la mécanique.

La première torpille automotrice a été étudiée, au début du siècle dernier, par Paixhans, alors jeune officier d'artillerie, devenu par la suite inspecteur général de son arme. Les fusées « à la Congreve » venaient de se signaler par des succès tels que l'incendie de Copenhague. Paixhans eut l'idée toute naturelle de les appliquer au perfectionnement des torpilles portées ou dérivantes que l'on employait quelquefois à l'époque (attaque par brûlots...). Il construisit

donc une torpille mue par fusée, qui fonctionna aussi bien qu'elle le pouvait, mais ne parvint pas à s'imposer auprès des marins.

Le problème de la torpille automotrice fut repris, un demi-siècle plus tard, par Whitehead, mécanicien de profession. Il dota son engin d'un moteur à air comprimé qui était une réalisation remarquable pour l'époque, et remporta immédiatement un très grand succès. On voulut augmenter la distance de lancement, de quelques centaines de mètres à l'origine, et l'on y ajouta un système de direction gyroscopique ; puis la vitesse, et on se mit à réchauffer l'air comprimé pour améliorer l'économie de consommation d'un moteur puissant. On continua par des exigences quant au poids de la charge explosive, au tir à très grande distance..., et l'on se trouva, entre 1910 et 1925, en face de torpilles pesant entre 800 et 1 500 kg, qui étaient des merveilles de mécanique, mais qui coûtaient presque aussi cher que les premiers torpilleurs de 16 tonnes.

Lorsque l'aviation entreprit d'attaquer le navire à la torpille, elle choisit le plus petit modèle en service. Son emploi comportait bien quelques servitudes assez gênantes. Pour lancer un engin aussi fragile, l'avion devait descendre à 20 ou 30 m, où les gerbes soulevées par les pièces de grosse artillerie étaient un obstacle dangereux. Pour éviter la manœuvre de dérochement de son adversaire devant une arme à peine plus rapide que lui, il fallait approcher à faible distance, dans un secteur assez étroit sur l'avant du travers, où les bâtiments légers et l'aviation d'escorte montaient leur faction. Et toujours pour ne pas infliger à sa torpille un choc trop rude au contact de l'eau, il fallait accomplir ce dangereux trajet au ralenti. Mais n'étaient-ce pas là des servitudes inhérentes au principe même de la torpille ? Pouvait-on supposer un instant que le marin, qui employait cette arme depuis soixante ans, aurait laissé à l'aviateur quelque perfectionnement à ajouter ? Aussi partait-il avec résignation à une attaque sans espoir, et les « Swordfish » qui reçurent la mission d'arrêter le *Scharnhorst*, le *Gneisenau* et le

Prinz Eugen à leur traversée du Pas-de-Calais furent-ils descendus par douzaines sans y parvenir. Il fallut tout le mépris des règles de protection les plus élémentaires pour que le *Repulse* et le *Prince of Wales* fussent coulés par les avions-torpilleurs japonais.

L'aviation a lancé pendant près de trente ans — elle avait commencé avant 1918 — un engin qui ne convenait en rien à l'emploi qu'elle en faisait. La torpille d'avion ne doit pas être celle de Whitehead, mais celle de Paixhans, lancée à grande altitude, à grande distance, à grande vitesse, par un appareil qui pourra ainsi affronter l'adversaire et son escorte avec quelque espoir d'en rattrapper. Nous avions repris en 1936 l'idée de Paixhans sous la forme d'une torpille-fusée à trajectoire presque entièrement aérienne, prolongée par un élément sous-marin jusqu'au navire à proximité duquel elle devait tomber. Il a fallu attendre 1945 pour saisir les engins de ce type que l'Allemagne avait mis à l'étude après plusieurs années de succès de la fusée dans tous les domaines.

Au fond, la torpille de Whitehead ne convenait pas mieux à la marine qu'à l'aviation. Contre le navire de guerre qu'elle devait chasser des mers, elle n'a jamais remporté de succès sérieux que par surprise. Port-Arthur n'était pas davantage la preuve de sa puissance quand on la confiait au torpilleur de surface que Pearl Harbor lorsqu'elle était lancée par avion. La mesure exacte de son efficacité, c'est le Jutland, où des centaines furent échangées de part et d'autre sans résultat appréciable. Son plus grand succès est la lutte contre le navire de commerce. Encore faut-il distinguer. Le cargo isolé est à la merci des torpilles d'un sous-marin, mais il risque autant

des obus moins coûteux que celui-ci ne manque pas d'employer dans une telle rencontre. Le convoi escorté exige la torpille, mais aussi, le plus souvent, le sacrifice du sous-marin.

Pour la marine comme pour l'aviation, la torpille de Paixhans surclasse celle de Whitehead dans toutes les applications. La combinaison de la trajectoire aérienne avec un faible parcours sous-marin, ou de surface — car il est plus qu'inutile d'exiger le parcours sous-marin à quelques mètres d'immersion contre le navire non cuirassé — permet d'éviter la manœuvre de dérochement en réduisant la durée de trajet, de tirer à grande comme à petite distance, de lutter contre l'escorte comme de détruire l'escorte, de faire, à l'impact, traverser à grande vitesse le caisson de protection pour aller éclater au delà de la cloison blindée. La torpille de Paixhans peut être tirée d'un sous-marin en plongée comme d'une vedette en surface et même d'un cuirassé de 45 000 t, s'il prend fantaisie aux marines de renouveler un armement qui commence à dater. Tous ces résultats, elle les obtient avec un engin cinq à dix fois moins lourd que sa concurrente, vingt à trente fois moins coûteux, dont la vedette, comme l'avion, emporterait des dizaines et le sous-marin des centaines.

La débauche de mécanique de luxe consentie à la torpille se retrouve dans la V-2. Dans la mesure où elle tient au choix du combustible et du comburant, par exemple l'alcool et l'oxygène qu'on retrouve aujourd'hui sur l'une comme sur l'autre, on n'apprécie pas toujours les conséquences finales du recours aux produits à forte chaleur de réaction. Le kilogramme du mélange oxygène-alcool dégage assurément plus de calories que la poudre à forte teneur de nitrogly-

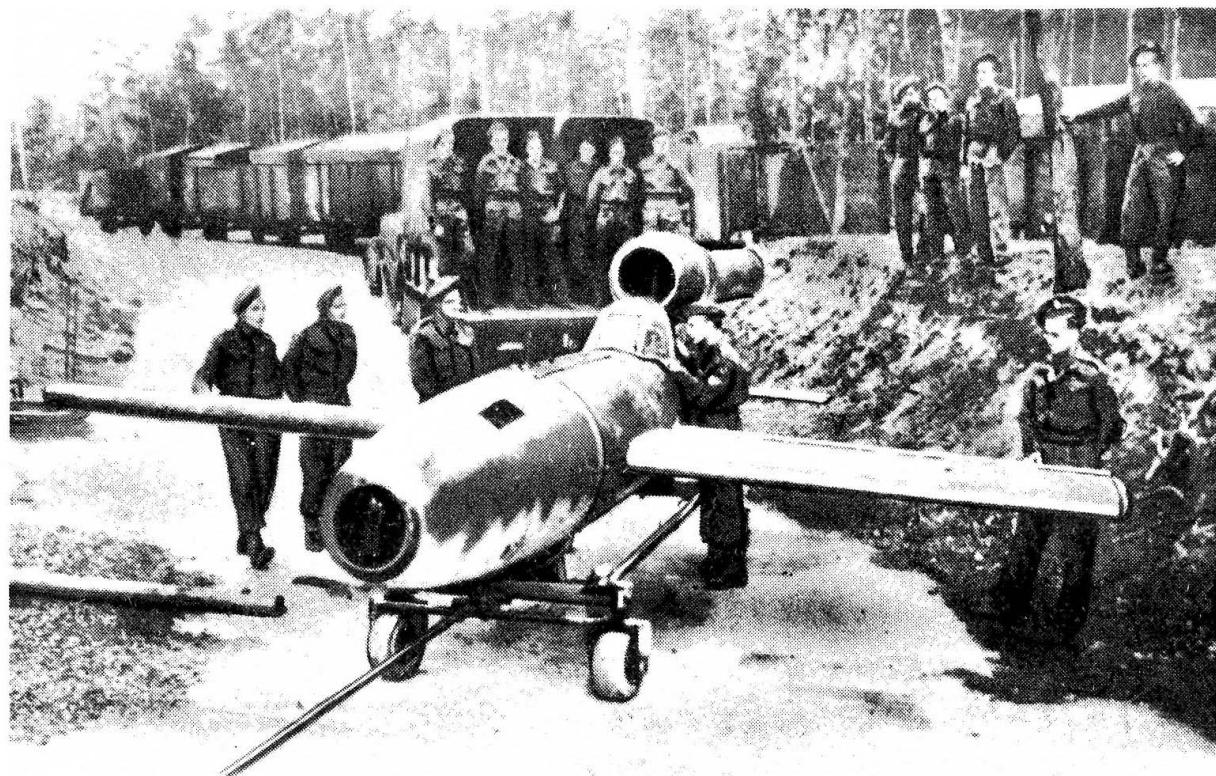
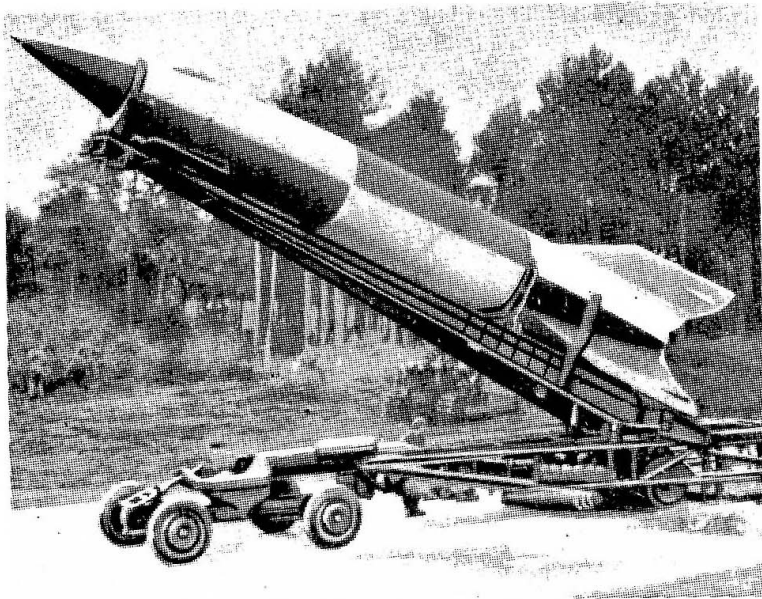


FIG. 5. — LA V-1 AVEC PILOTE

Cette nouvelle arme, qui devait être la V-4, était dérivée de la V-1, légèrement agrandie. Le pilote n'était pas sacrifié comme sur les Baha, mais devait sauter en parachute au voisinage de l'objectif sur lequel il avait dirigé l'engin.

FIG. 6. — LE LANCEMENT D'UNE V-2 A CUXHAVEN PAR LES TECHNICIENS BRITANNIQUES

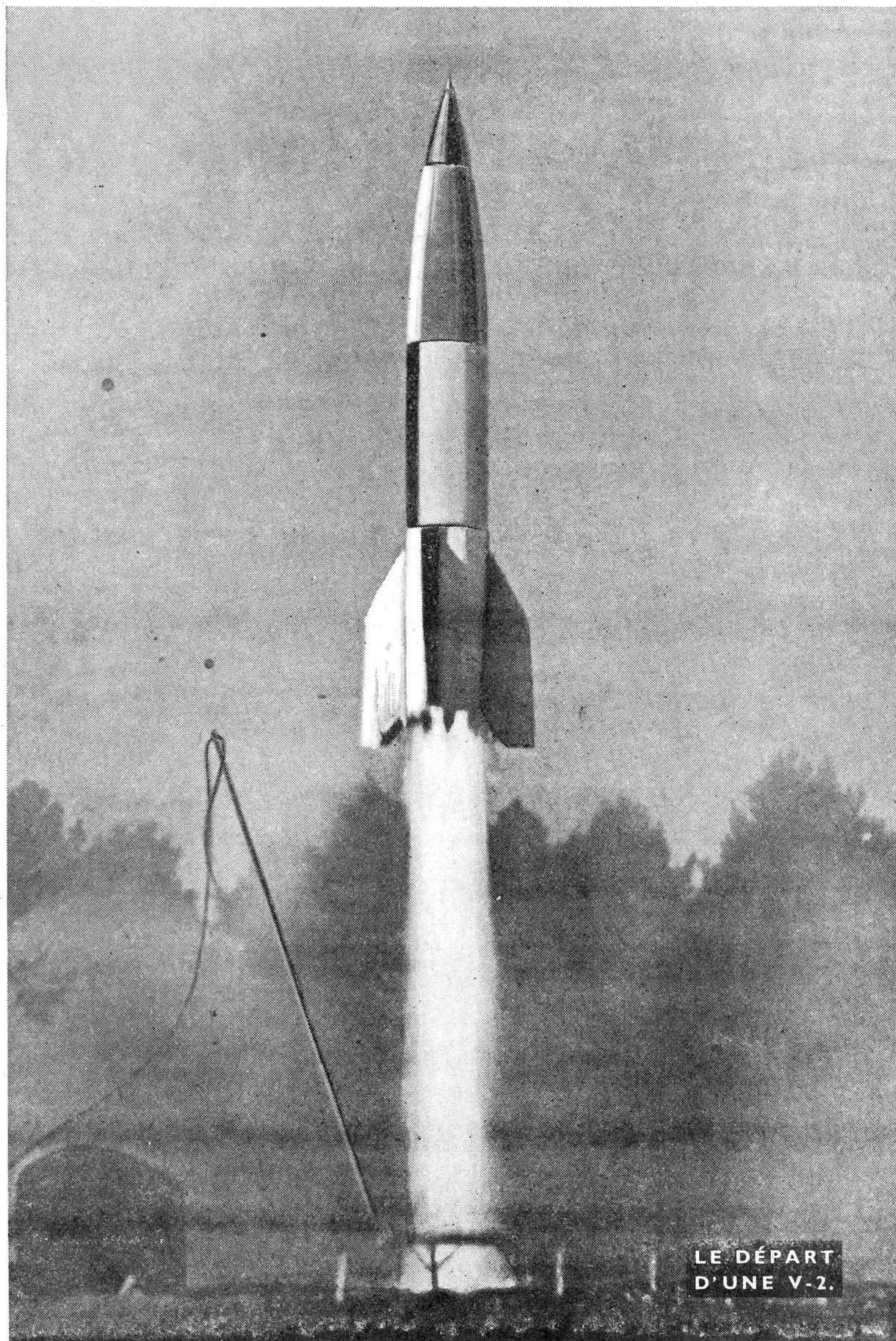
Un certain nombre de V-2 ont été lancées des environs de Cuxhaven (où les Allemands avaient transporté le centre d'expériences des fusées après le bombardement de Peenemünde par la R. A. F.) par le « Special Projectile Operation Group » de l'armée britannique. La plate-forme de lancement était un simple massif bétonné sur lequel était posé un anneau d'acier. La V-2 était amenée à l'emplacement du lancer sur un véhicule spécial remorqué par un tracteur. Une manœuvre hydraulique faisait pivoter le berceau de la fusée autour d'un axe horizontal jusqu'à ce que le projectile repose sur l'anneau d'acier de la plate-forme du lancement. Les opérations de pointage de la fusée consistaient d'abord à assurer la verticalité rigoureuse de son axe, vérifiée à l'aide de théodolites, ensuite à faire tourner l'anneau d'acier pour amener dans l'azimut du but le plan vertical de symétrie de la fusée, plan dans lequel son axe doit s'incliner lorsqu'elle aura atteint l'altitude prévue. Les opérations de remplissage des réservoirs, qui prennent 12 mn, s'effectuent dans l'ordre suivant : alcool, eau oxygénée, oxygène liquide, permanganate (eau oxygénée et permanganate sont destinés à l'entraînement de la turbine auxiliaire actionnant les pompes d'alimentation de carburant et de comburant). L'allumage s'effectue électriquement, au moyen d'une prise de courant fixée à l'extrémité d'un long fil porté par deux grandes tiges formant un V (visibles sur la page ci-contre) ; cette prise de courant est éjectée automatiquement après l'allumage et avant le démarrage. Dans une première phase, l'alcool et l'oxygène accèdent par gravité à la chambre de combustion et brûlent en fournissant une poussée de l'ordre de 8 t. Puis la turbine auxiliaire démarre, atteint sa vitesse maximum en 3 s environ et alimente la tuyère qui développe une poussée naissante et le projectile part. Le lancement prend ainsi entre 7 et 10 s à partir de l'allumage. La fusée s'élève verticalement guidée par les quatre gouvernails aux extrémités de l'empennage, coordonnés avec les quatre déflecteurs en graphite disposés à l'orifice de la tuyère. En 40 s environ, la fusée atteint quelque 25 km d'altitude et, sous l'action des gyroscopes qu'elle emporte, bascule et poursuit sa route sous une inclinaison de 40 à 45°. L'alimentation de la tuyère est interrompue, et la V-2 se dirige vers le but sans propulsion comme un projectile d'artillerie. L'altitude maximum atteinte est d'un peu moindre de 100 km. Les accidents, assez fréquents lors du lancement, provenaient soit du non-fonctionnement des gyroscopes provoquant le basculement de la fusée à haute altitude, soit de la chute de la fusée de sa plate-forme avant le décollage complet. Dans le premier cas, la V-2 retombait au voisinage de la position de lancement ; dans le second, elle rasait le sol sur plusieurs kilomètres, renversant tous les obstacles et brûlant tout ce que pouvaient atteindre les gaz d'échappement.



Dimensions :		Appareil moteur :	
Longueur hors tout.....	14 m	Turbine.	Puissance..... 6 180 cl.
Diamètre du corps.....	1,65 —		Vitesse de rotation..... 5 000 tours/mn
Envergure des empennages.....	3,55 —		Pression d'admission... 23 kg/cm ²
Devis de poids :		Pompe à oxygène.	Puissance..... 320 ch
Charge explosive (amatol).....	976 kg		Débit..... 72 kg/s
Corps de fusée.....	1 754 —		Pression de refoulement. 24,5 kg/cm ²
Appareil.....	1 014 —	Pompe à alcool...	Puissance..... 360 ch
Équip.....	295 —		Débit..... 56,75 kg/s
Combustibles.....	8 766 —		Pression de refoulement 26 kg/cm ²
Combustibles auxiliaires.....	181 —	Vitesse d'éjection.....	2 135 m/s
Poids total.....	12 986 —	Poussée au départ.....	27 240 kg
Poids des combustibles.....	9 000 —	Accélération au départ.....	2,1 g
		Accélération en fin de combustion.....	7 g

FIG. 7. — CARACTÉRISTIQUES DE LA V-2

Ce tableau, qui résulte des essais fait sur la V-2 en Grande-Bretagne, complète les données sommaires de notre numéro 222 de mai 1945. On notera l'importance du poids de l'appareil moteur, qui pèse sensiblement autant que des réservoirs capables de résister aux pressions modérées de 24 à 26 kg/cm² utilisées pour l'alimentation de la chambre de combustion.



LE DÉPART
D'UNE V-2.

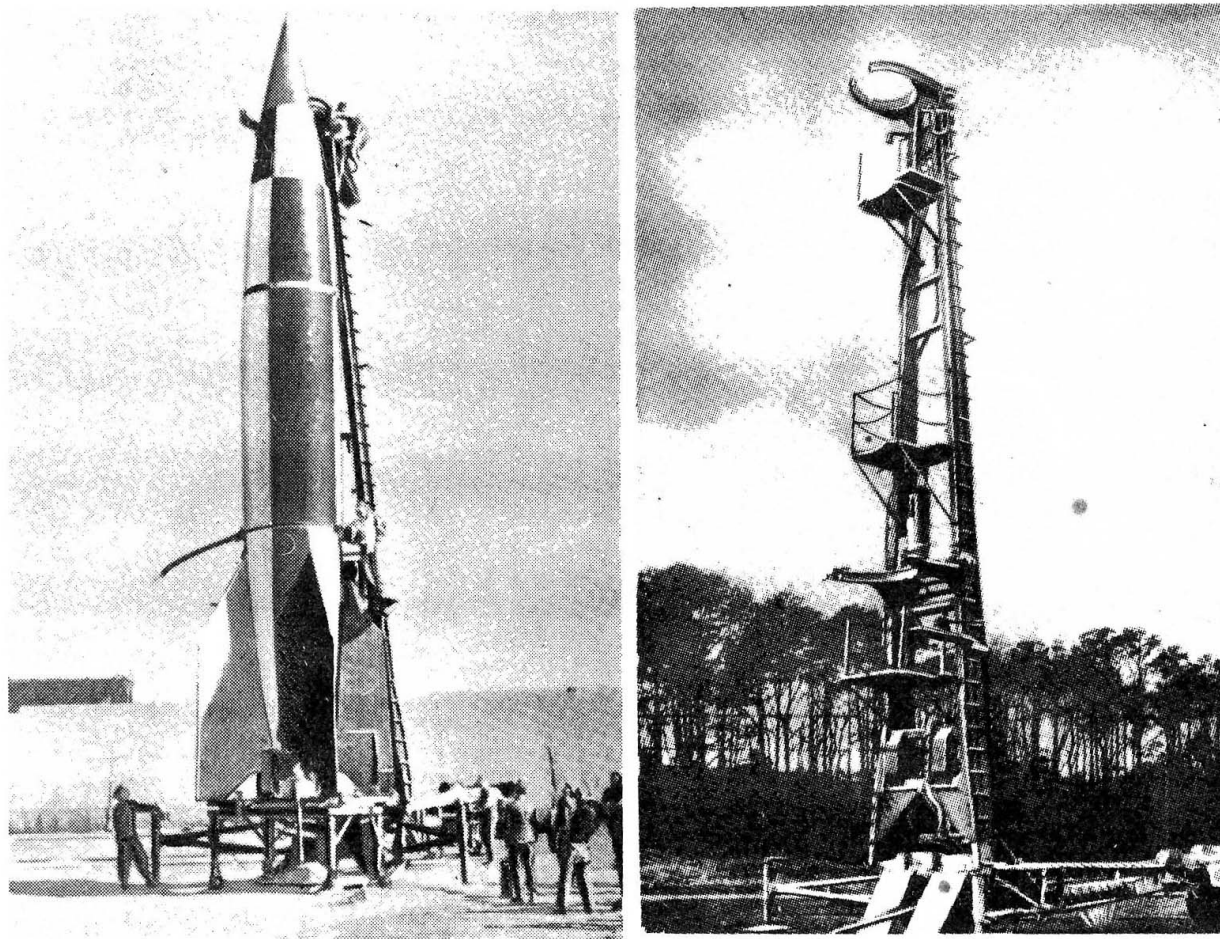


FIG. 8 ET 9. — LA V-2 EN COURS DE REMPLISSAGE ET SON BERCEAU DE TRANSPORT DRESSÉ PAR MANŒUVRE HYDRAULIQUE

cérine qu'on accepte dans les types de fusées moins coûteux. Mais il est moins dense, et le supplément de volume qu'il occupe est aussi gênant aux très grandes vitesses que le supplément de poids du produit à moindre valeur énergétique. Il est plus difficile à transporter ; il réclame, pour l'oxygène liquide, un récipient isolé, pour l'oxygène sous pression un réservoir lourd. Il n'est pas susceptible d'une puissance instantanée aussi grande que la poudre, et la progressivité de l'effort propulsif qu'il impose n'est pas toujours un avantage.

Au reste, il est aisé de comparer le rendement de la fusée à poudre et celui de la fusée à alcool-oxygène. Malgré l'énergie moindre disponible dans la première, et le rendement moindre de la combustion dans un corps de fusée léger ne supportant par suite que de basses pressions, la figure 11 montre que les très gros engins atteignent les portées de 300 km avec un poids de poudre qui ne dépasse pas 60 % du total, soit un poids de fusée de moins de 70 % si on lui ajoute le poids d'un corps léger. En 13 t, une V-2 à poudre emporterait 4 t d'explosif, avec 8 t de poudre et une tonne de tôle d'acier. C'est un rendement quadruple de celui de la V-2 à alcool-oxygène, malgré un prix de revient très inférieur.

Au fond, ce qui fait la supériorité d'une solution sur l'autre, ce n'est pas tant la nature du produit utilisé pour la propulsion, que la simpli-

cité de l'une opposée à la complexité de l'autre. Les liquides à chaleur de réaction élevée, comme l'oxygène et l'alcool, doivent pouvoir concurrencer la poudre, du moins sur les engins de très gros tonnage où la portée se rapproche de celle dans le vide, et où la densité des produits brûlés par la fusée intervient moins. Mais il faut se garder de ces perfectionnements ingénieux dont chacun doit améliorer un rendement en poids qui n'est que de 30 %, et dont le total finit par le ramener à 10 %. Il semble naturel, au lieu de loger l'alcool et l'oxygène liquide dans de lourds réservoirs sous pression, de les pomper à partir de récipients légers dans la chambre de combustion qui sera seule à supporter cette pression. Pour peu qu'on vous offre une solution ingénieuse de chaudières à eau oxygénée et permanganate alimentant une turbine à vapeur qui conduit elle-même les pompes, on trouve que la mécanique moderne est vraiment une belle chose. Mais on ne s'aperçoit pas qu'il a fallu se résigner à accepter un régime de combustion relativement lent pour ne pas être obligé de monter des turbines et des pompes de plusieurs milliers de chevaux. Pendant les dizaines de secondes que dure la combustion dans les couches résistantes de l'atmosphère, l'engin se traîne sans atteindre les vitesses où la fusée aurait un rendement propulsif intéressant. La répartition de la combustion le long de la trajectoire peut se discuter pour les fusées de petit ou moyen ton-

nage ; pour les très grosses fusées, il n'est pas douteux qu'elle doit être la plus rapide possible, juste le temps de brûler les tuyères et les chambres de combustion, ce qui évitera, au surplus, d'avoir à résoudre le problème de leur refroidissement.

Si l'on tient à l'oxygène liquide et à l'alcool, on les logera en réservoirs résistants capables de les

débiter sous une pression d'une cinquantaine de kg/cm^2 , qui formeront le corps même de l'engin. On acceptera tout au plus une isolation intérieure de quelques millimètres dans le réservoir à oxygène, dont la paroi résistante prendra dès lors la température ambiante. La pression d'injection dans la chambre sera donnée par les liquides eux-mêmes, vaporisés en la refroidissant.

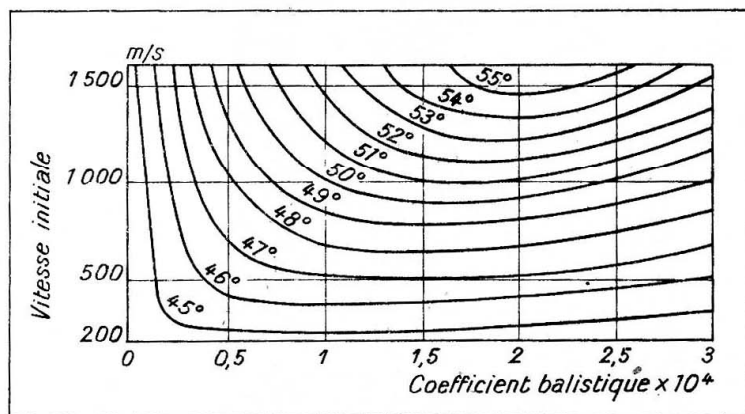
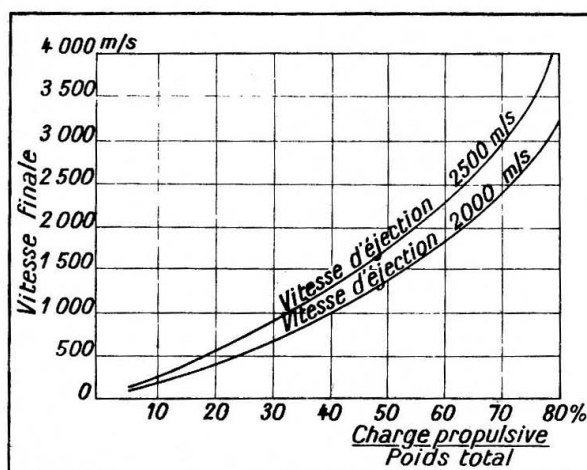


FIG. 10. — ANGLE DU MAXIMUM DE PORTÉE

On sait que la portée maximum serait obtenue dans le vide, à toute vitesse initiale, par le tir à 45°. L'angle de tir donnant la portée maximum reste très sensiblement égal à 45° aux vitesses habituellement employées en artillerie de campagne. Mais il se relève assez rapidement pour les vitesses de 1 000 à 2 000 m/s. Le tir à un angle supérieur à 45° présente en effet l'avantage de conduire plus rapidement le projectile dans les hautes couches de l'atmosphère où la portée reste sensiblement celle du vide. Les courbes ci-dessus donnent la valeur de l'angle de tir convenant au maximum de portée, en fonction du coefficient balistique et de la vitesse initiale ; elles montrent que le maximum de portée des Berthas était atteint au tir sous 53° environ. Il serait d'environ 56° pour les V-2, où la question se présente un peu différemment en raison de la montée progressive en vitesse. En passant du tir sous 45°, dont les portées sont données par la figure 2, au tir sous l'angle de portée maximum, le gain est d'ailleurs insignifiant aux vitesses moyennes. Il peut être évalué d'une manière grossièrement approchée par les formules de la balistique du vide, pour la même valeur de la différence entre les deux angles de tir considérés. Il ne dépasserait pas 4 à 5 km pour les Berthas, sous 53° et vers 100 km ; 20 à 25 km pour les V-2, sous 56° et vers 300 km.

FIG. 11. — VITESSE ATTEINTE PAR LES FUSÉES

Une fusée qui débiterait à vitesse constante un poids constant de gaz par unité de temps recevrait une poussée constante ; sa vitesse finale serait proportionnelle au poids de la charge propulsive, ou, si l'on veut comparer entre elles des fusées de poids différents, au rapport de la charge propulsive au poids total de la fusée. La vitesse atteinte serait d'ailleurs proportionnelle à la vitesse d'éjection des gaz. C'est la loi qu'indiquent les courbes de cette figure, au voisinage de l'origine, pour une faible charge propulsive. Mais, lorsque celle-ci atteint une fraction importante du poids total, on ne peut admettre que la poussée constante produite par l'éjection s'applique à une masse constante ; celle-ci allant en diminuant, l'accélération prise, donc le gain de vitesse de la fusée, augmente dans le même rapport. C'est ainsi que la courbe relative à la vitesse d'éjection de 2 500 m/s montre que le gain de vitesse de 250 m/s (environ) pour les premiers 10 % de charge propulsive double sensiblement lors de la combustion des 10 % compris entre 45 % et 55 % ; il quadruplerait entre 70 et 80 %. Le rendement de la fusée augmente donc très rapidement avec la vitesse, d'une part parce que, la poussée étant constante, le travail qu'elle produit est proportionnel à cette vitesse ; d'autre part, parce que ce travail s'applique à une masse restante d'autant plus faible que la fraction de charge propulsive brûlée est plus grande. Les très grandes vitesses, 3 000 ou 4 000 m/s, seront aisément atteintes dès qu'on s'imposera un rapport élevé de la charge propulsive au poids total. Il ne semble pas que cette nécessité ait été bien comprise jusqu'ici, et la présence des chaudières, turbines, pompes... de la V-2 qui relève la masse finale de l'engin est notamment une des causes les plus importantes de sa portée assez modeste. Les courbes ci-dessus sont établies en négligeant l'effet de la pesanteur et de la résistance de l'air au cours de la combustion ; l'application en est d'autant plus justifiée que la combustion est plus rapide.



La sustentation des engins à grande portée

Doit-on, aux très grandes portées, tirer des engins à trajectoire sensiblement parabolique comme les projectiles de très grosse artillerie, ou, ce qui n'est pas très différent comme résultat, à trajectoire plus complexe comme la V-2 qui part à la verticale et s'oriente par un mécanisme gyroscopique après un certain parcours ? Doit-on, au contraire, utiliser un dispositif de sustentation comme sur la V-1 ?

Dans le premier cas, la portée a sensiblement la même valeur que dans le vide pour les gros engins, soit le dixième du carré de la vitesse initiale supposée imprimée en un temps très court : 100 km pour 1 000 m/s, 400 km pour 2 000 m/s, 900 km pour 3 000 m/s. C'est largement suffisant sur un théâtre d'opérations aussi étroit que l'Europe occidentale, mais pas pour un bombardement intercontinental.

Le recours à la sustentation par voileure améliore beaucoup la portée pour une même vitesse au départ. Si l'on suppose un planeur élevé à la verticale comme une V-2,

sous l'action d'une fusée, et soutenu ensuite par sa voilure, la portée qu'il atteint dépend de sa finesse, rapport de la portance du planeur à sa résistance. Comme l'altitude atteinte en tir à la verticale est, dans le vide, la moitié de la portée en tir sous 45° , la trajectoire parabolique et la trajectoire planante seraient équivalentes pour un planeur de finesse 2. Aux finesesses de 8 à 10, la trajectoire planante multiplierait la portée par 4 ou 5.

C'est bien dans cette voie que plusieurs chercheurs veulent s'engager, et on publiait récemment des photographies d'un inventeur américain présentant des maquettes d'un accouplement de V-1 et de V-2, la V-2 étant destinée à propulser l'ensemble à très grande altitude où elle abandonnait la V-1 qui continuait sa route en vol plané. Il faut cependant se garder de conclure que l'assemblage d'une V-2 à 3 000 m/s et d'une V-1 de finesse 10 donnera par ce procédé les 4 500 km promis par le raisonnement

sommaire précédent et qui apporteraient la solution du bombardement intercontinental.

C'est que le raisonnement suppose une finesse indépendante de la vitesse. Or les finesesses de 10 à 20 qu'on réalise encore vers 400 à 500 km/h ne se conservent pas quand on approche de la vitesse du son. Au voisinage de 1 000 km/h, la résistance du Gloster « Meteor » est environ moitié de sa portance, égale à son poids dès que le mouvement est uniforme, et le rapport s'élève très rapidement au delà.

Au surplus, la sustentation par voilure suppose une atmosphère. Vers les 80 km d'altitude où parviennent les V-2 allemandes, il doit bien y avoir quelques traces de matière, à en juger par les très beaux effets lumineux qu'on y observe et qu'on retrouve dans les tubes à gaz raréfiés. Mais un planeur, si rapide qu'il soit, n'en trouvera pas assez pour se sustenter. La question ne se pose même pas vers les 200 km où monterait un projectile à 3 000 m/s.

Ce n'est pas que nous condamnions le projectile à sustentation. Il convient certainement pour les portées de quelques centaines de kilomètres, et nous l'avons même préconisé en 1936 sous la forme de la bombe planante lancée d'un avion à grande altitude, qui a été reprise pour les V-1 lorsque les Alliés se furent emparés en 1944 de leurs terrains de lancement. Le même principe, en combinaison avec un lancement par fusée, doit également améliorer le rendement, aux très grandes portées où pourrait atteindre le tir parabolique, disons 500 à 1 000 km. Mais, au delà, il faudra se rabattre sur la formule de l'avion avec ou sans pilote, propulsé par des moteurs à grand rendement, avec toutes les sujétions de ce genre d'appareil en prix et en vulnérabilité.

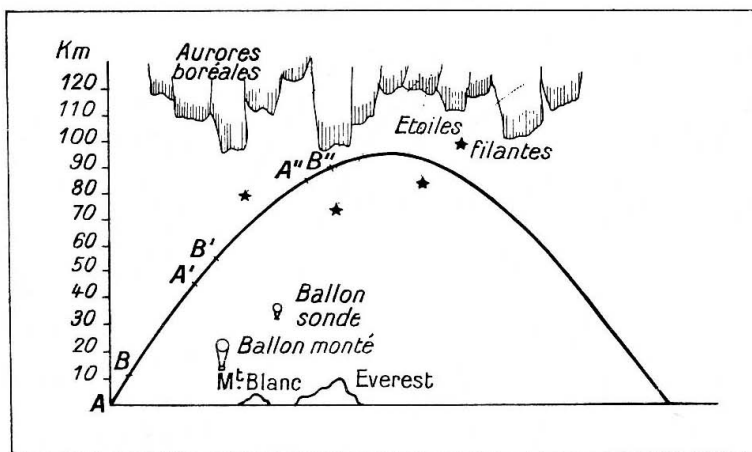


FIG. 12. — RÉPARTITION DE LA COMBUSTION D'UNE FUSÉE SUR LA TRAJECTOIRE

Toutes les conclusions tirées des graphiques précédents s'appliquent d'autant plus exactement que la combustion est plus brève, ce qui rapproche la fusée du projectile lancé par canon. C'est une des questions les plus controversées parmi les inventeurs que la répartition optimum de cette combustion le long de la trajectoire. Faut-il donner dès le départ toute la vitesse possible et traverser à cette vitesse les couches denses de l'atmosphère ? Faut-il, au contraire, les franchir à vitesse plus modérée, avec une résistance moindre, en réservant une part du combustible pour les couches à très faible densité ? Faut-il une série de combustions successives, telles que AB, A'B', A''B'', ou une combustion continue telle que AB'' ? Aucune réponse générale ne peut être donnée, à cause du nombre des facteurs en présence ; il faut se résigner à faire dans chaque cas les calculs assez complexes de trajectoires par éléments successifs. Quelques indications, qui ne paraissent pas toujours très connues, peuvent cependant servir de guides. Si la résistance de l'air est négligeable, ce qui est le cas des très gros engins et commence à être vrai de la V-2, il n'est pas douteux que la combustion la plus rapide possible dès le départ présente un gros intérêt. Pour les petits engins, où la résistance de l'air est très élevée en comparaison du poids, les combustions successives, ou la combustion continue étalée sur un large parcours s'imposent. La faible durée de combustion présente d'ailleurs un autre avantage, souvent plus important que les considérations précédentes, sur le rendement propulsif. Elle permet, en effet, des températures, donc des vitesses d'éjection très élevées, auxquelles la tuyère ne résisterait pas en régime quasi-permanent. Elle serait brûlée en 4 à 5 s par exemple, avec une poudre à forte teneur de nitroglycérine ; cela n'a pas d'importance si la combustion est terminée avant, et l'on y trouve l'avantage d'un rendement thermique élevé, c'est-à-dire d'une grande vitesse d'éjection. Cette raison peut être invoquée en faveur des combustions successives de préférence à la combustion continue, à condition de se servir de plusieurs tuyères qui seront brûlées successivement. Sur tous ces points, les solutions admises sur la V-2, où la vitesse de combustion est limitée par la puissance des pompes d'injection, sont très défavorables au rendement global du tir.

Les explosifs à grande puissance

Aucun exemple ne fait mieux la preuve du respect inconscient de la tradition, même lorsqu'on a décidé de l'abandonner, que le recours aux explosifs ordinaires de l'artillerie pour le chargement des V-1 et des V-2.

Lorsqu'on eut renoncé au canon à grande portée pour détruire l'Angleterre, les techniciens à formation aéronautique et mécanique qui établirent les V-1 et les V-2 crurent rompre complètement avec les traditions de l'artillerie, et ils eurent probablement tort sur certains points comme nous l'avons indiqué en traitant du dispositif de propulsion. Mais ils ne songèrent pas un instant à manifester la même indépendance dans le choix de la charge explosive. Ils acceptèrent celui que l'artilleur a fait voici plus d'un demi-siècle, et la même tolite, ou les mêmes mélanges d'explosifs nitrés et nitrates

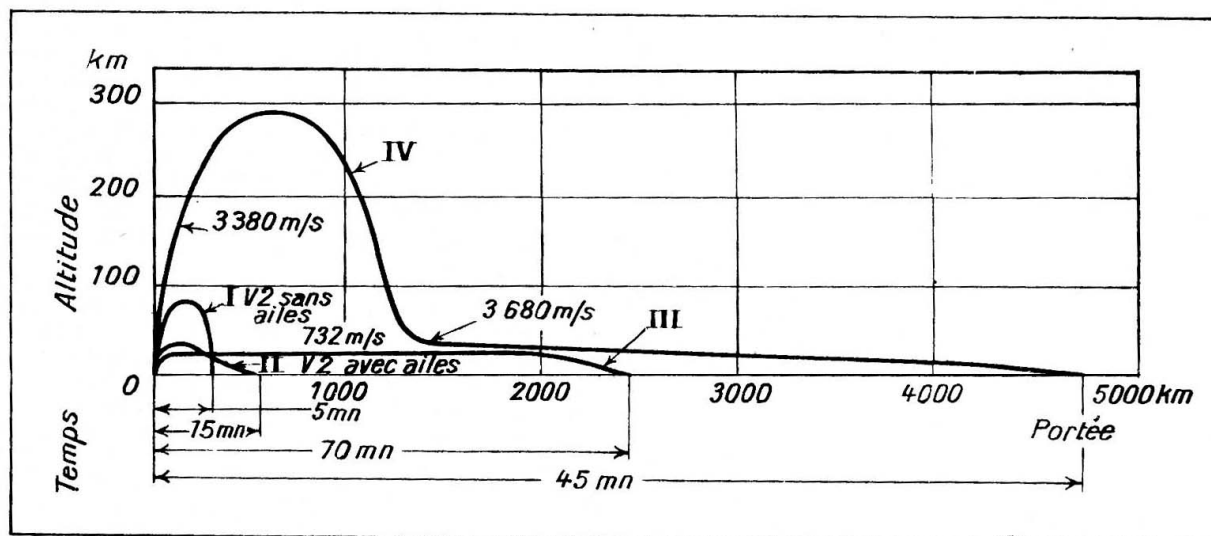


FIG. 13. — TRAJECTOIRES DE FUSÉES A TRÈS LONGUE PORTÉE

Les trajectoires ci-dessus sont une reconstitution, présentée récemment par W. G. A. Perring à la Royal Aeronautical Society, des projets allemands de bombardement intercontinental. La trajectoire I est celle de la V-2. La trajectoire II est celle d'une V-2 avec une voilure, descendant en vol plané après avoir atteint le sommet. La trajectoire III est celle d'une V-2 aidée au départ par une fusée de décollage qui la monterait à 24 000 m ; la V-2, avec sa voilure, ferait ensuite le trajet en vol horizontal à 732 m/s et terminerait par un vol plané qui la conduirait à 2 420 km. La trajectoire IV suppose l'addition de la vitesse obtenue par la V-2 à celle que donnerait la fusée de décollage, soit 3 380 m/s, suivie d'un vol plané, lorsque la V-2 serait retombée à une quarantaine de kilomètres, qui lui ferait atteindre 4 820 km. Des réserves sérieuses doivent être faites à la fois sur le rendement de ces opérations (les fusées auxiliaires de décollage pèseraient près d'une centaine de tonnes, comme l'engin A-10 étudié en Allemagne) et sur les finesses admises au cours de ces vols à grande vitesse.

préférés pour raison d'économie, servaient au chargement des V-1, des V-2 et des projectiles d'artillerie de campagne.

Toute tradition repose sur des bases, le plus souvent judicieuses. Elles ont le défaut de ne valoir que pour les conditions de l'époque où on l'établit, qui varient sans qu'on y prenne garde. Lorsque l'artillerie substitua à la poudre noire les explosifs brisants de sécurité tels que la tolite et la mélinite, le progrès fut double. La puissance d'explosion fut accrue, et la sécurité également. La poudre noire n'est pas un de ces produits que l'on puisse manipuler sans inconvénient au contact d'une flamme ou écraser avec des souliers à clous. On a chargé sans accident pendant des dizaines d'années des projectiles avec de la mélinite prise à la louche dans des chaudrons chauffés à feu nu, et la sécurité d'emploi s'étendait, en théorie du moins, au trajet du projectile dans l'âme ou dans un blindage. Le difficile n'était pas d'empêcher l'explosion, mais de la provoquer.

Les exigences de l'artillerie pour ses explosifs, et leurs conditions de recette dont la principale était la résistance à un choc qui simulait l'accélération au départ ou à l'arrivée, étaient défendables. L'artilleur se souvenait de l'époque où ses pièces tuaient plus de servants que d'ennemis. Mais, au début des explosifs brisants, il n'en oubliait pas la raison. Lorsque la crise des explosifs obligea, en 1914-1918, à recourir à des produits d'emploi moins sûrs, tels que les chlorates, tous les artilleurs du monde surent fort bien les passer aux fantassins qui, eux, dans leurs lancements à main ou leurs tirs à faible distance, ne les soumettaient pas à des accélérations dangereuses. Il ne semble d'ailleurs pas que beaucoup de fantassins en soient morts.

Le personnel qui sert les V-1 et les V-2 a moins

de raisons encore que l'infanterie de s'en tenir à des explosifs à grande sécurité. L'accélération au départ est faible. Sur les V-2, où la poussée de 27 t s'applique à une masse de 13 t, elle est de 2 g, moins que sur une catapulte d'avion de bord. A en juger par la longueur des rampes de lancement, l'accélération est moindre encore pour les V-1. Et surtout, à la différence d'un canon ou d'un mortier d'infanterie, les servants de ces engins ne les lancent qu'après s'être abrités sous béton, à une centaine de mètres ; pour plus de sécurité encore, on a même placé à 1 000 m les journalistes admis à assister aux tirs de V-2 par l'armée britannique. Ces mesures de protection se justifient, car le système de propulsion ou le mode de lancement ont provoqué à plusieurs reprises des explosions au départ. Mais, du moment qu'on accepte ces sujétions de lancement, on n'en est pas à une ou deux explosions prématurées de plus tous les mille coups, pour des raisons tenant à l'explosif.

Les V-1, les V-2 et toutes les armes analogues où l'on éloignera le personnel à l'instant du lancement doivent donc être chargées avec un explosif choisi d'après la seule considération de sa puissance. Nous n'irons pas jusqu'à proposer la nitroglycérine liquide, que les États-Unis autorisent à circuler sur les routes, avec une simple peinture du camion en rouge pour lui éviter les collisions. Mais la gelée explosive, où cette nitroglycérine est mélangée à une très faible proportion de coton-poudre, le « plastic », a la même puissance, avec une sécurité qui en fait admettre l'emploi dans les troupes du génie américaines. Et même, puisqu'on a commencé à faire dans la zone de l'avant cette demipyrrotechnie qu'est le chargement en oxygène liquide, en alcool, en eau oxygénée à très forte concentration, pourquoi ne pas revenir à l'explo-

sifflait « à l'air liquide », beaucoup plus puissant encore que la nitroglycérine, où l'on arrose au dernier moment d'oxygène liquide un chargement de charbon de bois ? Les aviateurs de 1914-1918 ne l'aimaient guère, et l'on partage leur répulsion pour le logement en fuselage d'un mélange qui ne doit guère résister à la balle ou à l'éclat d'obus porté au rouge. Mais tout change dès que l'arme n'a plus besoin de pilote.

À défaut de plutonium, l'explosif du bombardement intercontinental sera donc au moins du « plastic » ou le mélange charbon-oxygène, dont on tirera un effet utile trois à quatre fois plus puissant que d'un même poids de tolite ou de ses succédanés.

La marine et les armes nouvelles

Jusqu'ici, la marine avait joué un rôle de premier plan dans le bombardement intercontinental et même dans les opérations de destruction moins lointaines. « Insulter les côtes de l'adversaire » était l'une des missions que condamnaient les défenseurs de la pure tradition navale. Mais on cédait souvent à la tentation. L'amiral Nimitz a bombardé les villes japonaises en baie de Tokio, comme la marine britannique Copenhague, la marine hollandaise les arsenaux de la Tamise et la marine turque Byzance. Et, si les études d'explosifs atomiques avaient été du ressort de la marine américaine, au lieu de l'armée, Hiroshima n'aurait-il pas reçu du plutonium à l'intérieur d'un obus de 406 mm, et non dans une bombe de « Superforteresse » ? Quelle réhabilitation du cuirassé !

Si le plutonium devient un produit assez commun pour servir aussi bien de moyen de propulsion que d'explosif, l'avenir du bombardement intercontinental est certainement aux engins atomiques ; la question du rayon d'action ne se pose plus en effet pour eux. Si l'on doit au contraire se limiter à la poudre sans dissolvant, à l'oxygène liquide et à l'alcool, leur faible valeur énergétique oblige à prêter attention à leur rendement. La V-2 qui porterait la moitié de son poids d'explosif à 200 km est une arme intéressante ; celle qui n'en porterait que 2 % à 2 000 km, si l'on atteint jamais cette distance, l'est-elle encore ?

C'est ici que la marine interviendra utilement, en rapprochant les bases de départ des objectifs. Le navire qui pourra vider ses soutes garnies de V-2 à 200 km des côtes adverses sera un élément précieux du rendement de l'opération. Il la simplifiera au degré des bombardements entre les pays de l'Europe occidentale, devenus

tellement faciles qu'il n'est plus besoin d'aviation.

Est-ce donc le retour au cuirassé, avec des plates-formes pour V-2 en guise de tourelles ? Avant de l'affirmer, il faudrait être bien sûr que dans cette lutte à la V-2, le cuirassé n'est pas vaincu d'avance par les batteries de côte. Il faudrait également ne pas oublier l'aviation, ses armes anciennes, et les nouvelles qu'elle saura bien adapter, et qui ne laissent pas grand espoir de résister aux adversaires assez visibles et assez coûteux pour ne pas encourir son dédain.

La base flottante pour V-2 sera donc le navire le plus apte à résister au tir côtier comme à l'avion : le sous-marin. Il pourra tirer en plongée comme en surface, de même qu'il lâche une torpille ou une mine hors d'un tube ou d'un alvéole. Il lui restera à lutter à armes égales contre le navire de surface lancé à sa poursuite. La V-2 lui en donnera encore le moyen, ou plus simplement cette réduction de V-2 qu'est la torpille-fusée à trajectoire mi-aérienne, mi-sous-marine dont nous avons longuement parlé plus haut.

Le bombardement intercontinental

Si l'énergie atomique devient un jour d'emploi assez commun pour servir de moyen de propulsion comme d'explosif et pour être déversée en masse, le bombardement intercontinental en sera l'une des premières applications. S'il faut, au contraire, continuer à recourir aux explosifs et combustibles anciens, leur rendement est insuffisant pour l'arrosage des grands centres par le tonnage que réclame leur destruction.

Le perfectionnement des armes du genre de la V-1 et de la V-2 est certain. Dans des régions aussi peu étendues que l'Europe occidentale, leur emploi peut être développé au point de suppléer l'aviation, mais pas d'un bord à l'autre de l'Atlantique. Il leur faudra un moyen de transport économique non consommable. L'aviation est évidemment prête à offrir son concours, comme pour toutes les missions difficiles, et l'appareil lanceur de V-2 en cabré, qui leur éviterait la traversée des basses couches de l'atmosphère et leur imprimerait une vitesse initiale non négligeable est un type dont on peut prévoir l'essor. Mais la marine, si elle veut bien réviser la hiérarchie de ses types de bâtiments définitivement bouleversée par l'avion, peut trouver dans cette même mission un avenir pour certains d'entre eux.

Camille ROUGERON.

Le lithium, le plus léger de tous les métaux (il est cinq fois moins dense que l'aluminium), n'avait pour ainsi dire aucune application pratique avant la guerre, bien qu'il se trouve plus abondamment dans la terre que le plomb ou l'étain. À l'état pur, ce métal est, en effet, très instable à l'air et dans l'eau, et on le conserve habituellement dans le pétrole. Ses propriétés très particulières ont néanmoins été mises à profit ces dernières années, et on l'utilise aujourd'hui couramment dans des alliages cuivreux à haute conductivité, bronzes stanneux, alumineux et siliceux, ainsi que pour la soudure de l'aluminium, la fonte du magnésium et le traitement à chaud de certains métaux et alliages.